

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 199 39 941 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

G 08 C 19/00

F 17 D 5/06

DE 199 39 941 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 39 941.7

⑯ Anmeldetag: 23. 8. 1999

⑯ Offenlegungstag: 1. 3. 2001

⑯ Anmelder:  
ABB Research Ltd., Zürich, CH

⑯ Vertreter:  
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761  
Waldshut-Tiengen

⑯ Erfinder:  
Sabbattini, Bruno, Wettingen, CH; Lehmann, Josef,  
79761 Waldshut-Tiengen, DE; Rudolf, Paul, Villigen,  
CH; Matter, Daniel, Dr., Brugg, CH

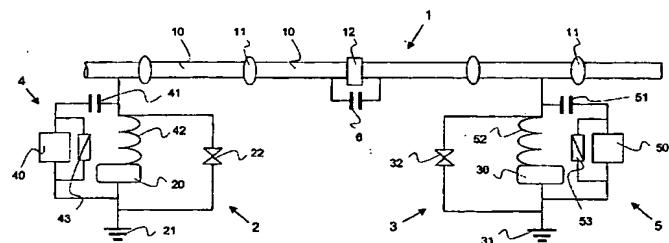
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 35 772 A1  
DE 40 23 467 A1  
DE 94 12 921 U1  
DD 1 32 817  
US 44 00 782

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Datenübertragungssystem für Pipelines

⑯ In einem Datenübertragungssystem für eine mindestens abschnittsweise elektrisch leitende Pipeline (1) bildet die Pipeline (1) selber eine Datenleitung. Hierfür ist ein Kopplungselement (31, 41) vorhanden zur Aufmodulation von elektrischen Signalen auf ein Potential der Pipeline (1). Es ist ein kostengünstiges Datenübertragungssystem geschaffen, welches in abgelegenen Gebieten einsetzbar ist.



## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Datenübermittlung entlang einer Pipeline und auf ein Datenübertragungssystem für eine Pipeline gemäss den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 5.

## Stand der Technik

Zur Steuerung und Überwachung von Pipelines müssen Kommunikationssignale, wie Überwachungssignale von Pumpstationen, Steuerkommandos oder Füllstandsanzeigen, an entlang der Pipeline angeordnete Stationen oder Steuerzentralen übermittelt werden. Diese Datenübermittlung erfolgt bei bekannten Systemen entweder über Telefonleitungen, durch Radiowellen-Übermittlung oder über eigene, entlang der Pipeline verlegte Pilotkabel. Geräte und Anlagen, welche durch das Kommunikationssystem verbunden werden sollen, befinden sich jedoch oft an abgelegenen und/oder schwer zugänglichen Orten. Diese Gebiete sind oft vom Telefonnetz nicht abgedeckt und erlauben zum Teil auch keine Verlegung eines Pilotkabels. Alle drei Arten von Übertragungssystemen sind zudem mit relativ hohen Kosten verbunden, bei der Telefonleitung aufgrund der Anschlusskosten, bei der Radiowellen-Übermittlung und dem Pilotkabel aufgrund der zusätzlich notwendigen Installationen sowie im Falle des Pilotkabels, aufgrund des erhöhten Wartungsaufwandes.

US 5'785'842 offenbart ein Datenübertragungssystem für Pipelines, welches auf die Übermittlung von Daten über einen Korrosionsschutz beschränkt ist. Eine Überwachungsvorrichtung ist mit einer aktiven kathodischen Korrosionsschutzeinheit verbunden, wobei sie deren Werte über einen Satelliten an eine Steuerzentrale leitet.

Derartige kathodische Korrosionsschutzeinheiten sind aus dem Stand der Technik bekannt. Sie nutzen aus, dass Pipelines, welche gasförmige oder flüssige Medien transportieren, üblicherweise gegenüber dem Erdpotential elektrisch isoliert verlegt sind. Diese Isolation lässt sich durch eine auf die Pipeline beziehungsweise ihre Rohre aufgebrachte Isolationsschicht, beispielsweise in Form von Farbanstrichen, Bitumisierungen oder Plastifizierungen, erzielen. Zur Isolation lässt sich die Pipeline auch in Sand und Kies einbetten oder auf elektrisch isolierten Stützen über dem Boden verlegen.

Es sind zwei Typen von kathodischen Korrosionsschutzeinheiten bekannt. Ein erster Typ, die passive Korrosionsschutzeinheit, weist Opferelektroden auf, welche aus einem geeigneten Material gefertigt sind und im Boden verlegt sind. Diese Opferelektroden sind miteinander und an voneinander beabstandeten Erdungspunkten mit der Pipeline verbunden. Aufgrund einer elektrochemischen Spannungsreihe entsteht ein Potential, welches einen Stromfluss verursacht. Dadurch korrodieren die Opferelektroden, nicht jedoch das Material der Pipeline. Bei einem zweiten Typ, der aktiven Korrosionsschutzeinheit, ist eine metallische Pipeline mit einer elektrischen Energiequelle verbunden, um die Pipeline auf ein elektrisches Schutspotential anzuheben. Hierfür weist die Korrosionsschutzeinheit einen mit einer Wechselspannung gespiesenen Gleichrichter auf. Der Gleichrichter ist mit einem Pol mit der Pipeline, mit einem Gegenpol mit der Erde verbunden, wodurch auch hier definierte Erdungspunkte vorhanden sind. Normalerweise weist eine lange Pipeline mehrere derartige, über die Länge verteilt angeordnete aktive Korrosionsschutzeinheiten auf.

## Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Datenübermittlung entlang einer Pipeline sowie ein Datenübertragungssystem für eine Pipeline zu schaffen, welche auch in abgelegenen Gegenden eine kostengünstige Kommunikation ermöglichen.

Diese Aufgabe löst ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 sowie ein Datenübertragungssystem mit den Merkmalen des Patentanspruches 5.

Erfindungsgemäss wird die Pipeline selber als Datenleitung verwendet, indem auf ein Potential der Pipeline elektrische Signale aufmoduliert und über die mindestens abschnittsweise elektrisch leitende Pipeline übertragen werden. Vorzugsweise werden die elektrischen Signale an definierten Erdungspunkten der Pipeline auf diese übertragen, wobei im Falle eines aktiven kathodischen Korrosionsschutzes die elektrischen Signale auf ein an die Pipeline angelegtes DC-Schutzsignal aufmoduliert werden. Durch die Entkopplung des DC-Schutzsignals bleibt sein Mittelwert und somit der Korrosionsschutz vom elektrischen Modulationsignal unbelastet.

Um ein Abfließen des Modulationssignals gegen Erde mindestens annähernd zu verhindern, ist vorzugsweise ein Sperrelement, beispielsweise ein Filter oder eine Induktivität, vorhanden.

Um Störungen bestmöglichst zu vermeiden, lässt sich, insbesondere für lange Übertragungsstrecken, ein Frequenzbereich von 1–100 kHz, vorzugsweise von 4–10 kHz für die Modulationssignale verwenden. Durch die Wahl eines hohen Frequenzbereiches, vorzugsweise über 1 kHz, weisen Ionen der Pipeline keine grosse Beweglichkeit auf, so dass keine Korrosion hervorgerufen wird. Dies ermöglicht, das Vorzeichen des Sendesignals beziehungsweise der resultierenden Momentanspannung kurzfristig zu wechseln.

Vorteilhaft ist, dass sich auch bereits bestehende Pipelines mit dem erfindungsgemässen Datenübertragungssystem nachrüsten lassen.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Teils einer Pipeline mit einem erfindungsgemässen Datenübertragungssystem;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Sende- und/oder Empfangseinheit in einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 3 eine graphische Darstellung eines elektrischen Signals in Relation zur Schutzspannung.

## Wege zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt einen Teil einer Pipeline 1 und ein erfindungsgemässes Übertragungssystem mit einer Sendeeinheit 4 und einer Empfangseinheit 5 gemäss einer ersten Ausführungsform.

Die Pipeline 1 besteht aus mehreren elektrisch leitenden Rohren 10, vorzugsweise aus Stahl, welche mittels Verbindungselementen 11, insbesondere Schweißmuffen miteinander verbunden sind. Die Verbindungselemente 11 sind dabei gegenüber Erde elektrisch isoliert, die Verbindung jedoch ist elektrisch leitend. Mehrere Rohre 10 bilden einen

gemeinsamen elektrisch leitenden Abschnitt der Pipeline 1, wobei die einzelnen Abschnitte mittels elektrisch isolierenden Verbindungsstücken 12 miteinander verbunden sind. Durch die elektrische Isolation der einzelnen Abschnitte ist gewährleistet, dass ein Stromverlauf auf der Pipeline genau definiert ist.

Gegenseitig elektrisch isolierte Abschnitte der Pipeline 1 sind mittels eines Überbrückungselementes 6 miteinander verbunden, welches für Gleichspannung eine Sperre darstellt, jedoch für ein Wechselspannungssignal durchlässig ist, so dass Datensignale von einem Abschnitt zum nächsten fliessen können. Das Überbrückungselement 6 ist vorzugsweise ein kapazitiver Koppler.

Mit der Pipeline 1 sind Korrosionsschutzeinheiten verbunden. In diesem Ausführungsbeispiel sind es aktive Korrosionsschutzeinheiten 2, 3, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind. Vorzugsweise ist für jeden Abschnitt der Pipeline 1 eine derartige Korrosionsschutzeinheit 2, 3 vorhanden. Jede Korrosionsschutzeinheit 2, 3 weist einen Gleichrichter 20, 30 auf, welcher an einem ersten Pol mit einem Rohr 10 der Pipeline 1 und an einem zweiten Pol mit einer Erdung 21, 31 verbunden ist. Der mit Wechselspannung gespiesene Gleichrichter 20, 30 hebt die Pipeline 1 auf ein vorbestimmtes kathodisches Schutzpotential an, so dass an jedem Abschnitt der Pipeline 1 eine definierte Gleichspannung anliegt. Vorzugsweise weist jede Korrosionsschutzeinheit 2, 3 ein Überspannungsschutzelement 22, 32 auf, um allfällige Überspannungen abzuleiten. Das Überspannungsschutzelement 22, 32 ist parallel zum Gleichrichter 20, 30 geschaltet und leitet bei Überschreiten einer vorgegebenen Maximalspannung Ladungen auf Erde ab.

In Fig. 1 sind die zwei aktiven Korrosionsschutzeinheiten 2, 3 je mit einer Sende- und/oder Empfangseinheit 4, 5 verbunden. Obwohl es sich in Fig. 1 um benachbarte Korrosionsschutzeinheiten 2, 3 handelt, liegen im allgemeinen einige nicht mit der Datenübermittlung gekoppelten klassischen Korrosionsschutzeinheiten dazwischen, wobei diese vorzugsweise ebenfalls ein weiter unten beschriebenes Sperrelement 42, 52 aufweisen.

Die Sendeeinheit sendet Daten über die Pipeline, indem sie ein Wechselspannungssignal auf die Gleichspannung der Pipeline 1 aufmoduliert. Hierfür werden in der Datenübertragung bekannte Modulationsalgorithmen verwendet. Die Empfangseinheit demoduliert das Wechselspannungssignal und leitet es an einen Empfänger weiter.

Üblicherweise sind die Sendeeinheit 3 und die Empfangseinheit 4 identisch auf gebaut und übernehmen sowohl Sende- wie auch Empfangsfunktionen. Die Sende- und/oder Empfangseinheit 4, 5 weist einen Sender 40 beziehungsweise Empfänger 50, vorzugsweise in Form eines Modems, sowie ein Kopplungselement und/oder Entkopplungselement 41, 51 auf. Der Sender und/oder Empfänger 40, 50 bildet ein Bindeglied zu einer nicht dargestellten Sende- und/oder Empfangsstation, welche in Abhängigkeit der zu übermittelnden Daten unterschiedlicher Natur sein kann. Das Kopplungs- und/oder Entkopplungselement 41, 51 dient der Einkopplung beziehungsweise Auskopplung von Modulationsignalen. Es besteht vorzugsweise aus einem kapazitiven Koppler oder einem Filter, welcher eine hohe Impedanz für das Gleichspannungssignal des Gleichrichters 10, 20 bildet und welcher zwischen Modem und Gleichrichter 10, 20 geschaltet ist.

Wie in Fig. 1 dargestellt ist, weist die Sende- und/oder Empfangseinheit 4, 5 vorzugsweise ein Sperrelement 42, 52 auf, welches zwischen Kopplungs- und/oder Entkopplungselement 41, 51 und Gleichrichter 20, 30 angeordnet ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Sperrelement eine Induktivität oder ein Filter, welches im Frequenzbe-

reich der Modulationssignale eine hohe Impedanz darstellt, für Gleichspannung jedoch durchgängig ist. Diese Sperrelemente 42, 52 verhindern somit mindestens annähernd ein Abfließen der aufmodulierten elektrischen Signale gegen Erde.

In der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform ist die Pipeline 1 mit einem den Wellenwiderstand der Pipeline 1 bildenden Abschlusselement 43, 53 versehen. Dabci weist zumindest die erste und letzte Sende- und/oder Empfangseinheit 4, 5 einer Pipeline 1 ein derartiges Abschlusselement 43, 53 auf. In Fig. 1 sind die Abschlusselemente 43, 53 jeweils parallel zu den Modems 40, 50 geschaltet.

In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform gemäss Fig. 2 ist das Modem 40 an die charakteristische Impedanz der Pipeline 1 angepasst. Hierfür ist ein Anpassungsglied 44 vorhanden, welches ein einfacher Transformator oder ein komplexes Netzwerk sein kann. Abschlusselemente 43 lassen sich analog zu Fig. 1 parallel zum Anpassungsglied 44, oder, wie hier dargestellt, parallel zum Modem 40 schalten.

In Fig. 3 ist ein elektrisches Modulationssignal M dargestellt, wie es vom Sender 40 über das Kopplungselement 41 auf das Potential der Pipeline 1 auf moduliert wird. Ferner kennzeichnet eine untere Linie 0 das Erdpotential, eine Mittellinie DC das Potential des aktiven kathodischen Korrosionsschutzes und eine obere Linie  $U_{max}$  eine Ansprechschwelle des Überspannungsschutzelementes 22, 32. Wie in Fig. 3 ersichtlich ist, beträgt der Mittelwert der aufmodulierten Signale im allgemeinen Null, so dass der Mittelwert des gesamten auf die Pipeline gegebenen Sendesignals dem Potential des aktiven kathodischen Korrosionsschutzes entspricht. Das aufmodulierte elektrische Signal M kann zur Erhöhung der einzukoppelnden Signalleistung durchaus Werte unterhalb des Erdpotentials annehmen, es liegt jedoch typischerweise unterhalb der Ansprechschwelle  $U_{max}$  des Überspannungsschutzelementes 22, 32.

Mögliche Frequenzen für das Modulationssignal sind nach unten vom Störungsspegel, welcher auf derartigen Pipelines vorhanden ist, begrenzt. Der Ursprung des Störungsspegeles liegt typischerweise bei 50 Hz beziehungsweise 60 Hz und deren Harmonischen. Eine obere Grenze bildet eine Dämpfung, welche das Modulationssignal auf der Pipeline erfährt. Typischerweise liegen die Modulationsfrequenzen deshalb in einem Bereich von 1-100 kHz, vorzugsweise 4-10 kHz. Die Beweglichkeit der Ionen in der Pipeline sind im angegebenen Frequenzbereich zu klein, als dass sie eine Korrosion hervorrufen könnten. Für kurze Distanzen kann die obere Frequenzgrenze zudem noch höher liegen, wobei Werte von bis zu einigen MHz verwendet werden. Dadurch lässt sich die Übermittlungsraten der Daten erhöhen.

In einer bevorzugten Variante des Verfahrens werden AC Signale als elektrische Modulationssignale verwendet, deren RMS Wert den Wert der kathodischen Schutzspannung bei weitem übersteigt. Dadurch lassen sich die elektrischen Signale über relativ grosse Distanzen, beispielsweise von bis zu einigen 10 km übermitteln.

Im hier dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das elektrische Signal dem Gleichspannungssignal eines aktiven kathodischen Korrosionsschutzes aufmoduliert. In einer anderen, hier nicht dargestellten Ausführungsformen erfolgt der Korrosionsschutz passiv mit einer Opferelektrode. Auch hier wird wiederum das elektrische Signal an den Erdungspunkten, definiert durch die Lage der Opferelektroden, aufmoduliert. Vorzugsweise ist auch hier zwischen Kopplungselement und Erdung der Opferelektrode ein Sperrelement vorhanden, welches ein Abfließen des aufmodulierten elektrischen Signals verhindern soll.

Erfnungsgemäss bildet die Pipeline selber die Datenleitung zur Übermittlung von Daten. Dadurch ist ein kosten-

günstiges Datenübertragungssystem geschaffen, welches sich auch in abgelegenen Gegenden einsetzen lässt. Das System findet Anwendung für Pipelines über Land, im Boden versenkte Pipelines wie auch für Unterwasser-Pipelines, wobei im letzteren Fall die Erdverbindungen durch einen äusseren isolierten Mantel ersetzt sind.

10. Datenübertragungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kopplungselement (41, 51) und kathodischer Korrosionsschutzeinheit (2, 3) ein für die aufmodulierten elektrischen Signale eine Sperre bildendes Sperrelement (42, 52) vorhanden ist, um ein Abfließen der auf modulierten elektrischen Signale gegen Erde mindestens annähernd zu verhindern.

## Bezugszeichenliste

M elektrisches Signal	10
<b>1 Pipeline</b>	
<b>10 Rohr</b>	
<b>11 Verbindungselement</b>	
<b>12 isolierendes Verbindungsstück</b>	
<b>2, 3 katholische Korrosionsschutzeinheit</b>	15
<b>20, 30 Gleichrichter</b>	
<b>21, 31 Erdung</b>	
<b>22, 32 Überspannungsschutzelement</b>	
<b>4, 5 Sende- und/oder Empfangseinheit</b>	
<b>40, 50 Sender/Empfänger (Modem)</b>	20
<b>41, 51 Kopplungs und/oder Entkopplungselement</b>	
<b>42, 52 Sperrelement</b>	
<b>43, 53 Abschlusslement</b>	
<b>44 Anpassglied</b>	
<b>6 Überbrückungselement</b>	25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübermittlung entlang einer mindestens abschnittsweise elektrisch leitenden Pipeline (1), dadurch gekennzeichnet, dass auf ein Potential der Pipeline (1) elektrische Signale aufmoduliert und über die Pipeline (1) übertragen werden. 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Signale an Erdungspunkten der Pipeline auf diese übertragen werden. 35
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Signale über eine aktive kathodische Korrosionsschutzeinheit (2, 3) auf moduliert werden. 40
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Signale mit einem Frequenzbereich von 1–100 kHz, vorzugsweise 4–10 kHz aufmoduliert werden. 45
5. Datenübertragungssystem für eine mindestens abschnittsweise elektrisch leitende Pipeline (1), dadurch gekennzeichnet, dass die Pipeline (1) eine Datenleitung bildet und dass ein Kopplungselement (31) zur Aufmodulation von elektrischen Signalen auf ein Potential der Pipeline (1) vorhanden ist. 50
6. Datenübertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei elektrisch voneinander isolierte Abschnitte der Pipeline (1) mittels eines Überbrückungselementes (6) miteinander verbunden sind, welches die auf die Pipeline (1) aufmodulierten elektrischen Signale übermittelt. 55
7. Datenübertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopplungselement (41, 51) mit einer kathodischen Korrosionsschutzeinheit (2, 3) verbunden ist. 60
8. Datenübertragungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopplungselement (41, 51) mit einer aktiven kathodischen Korrosionsschutzeinheit (2, 3) verbunden ist. 65
9. Datenübertragungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kopplungselement (41, 51) für ein Gleichspannungssignal der kathodischen Korrosionsschutzeinheit (2, 3) eine Sperre bildet.

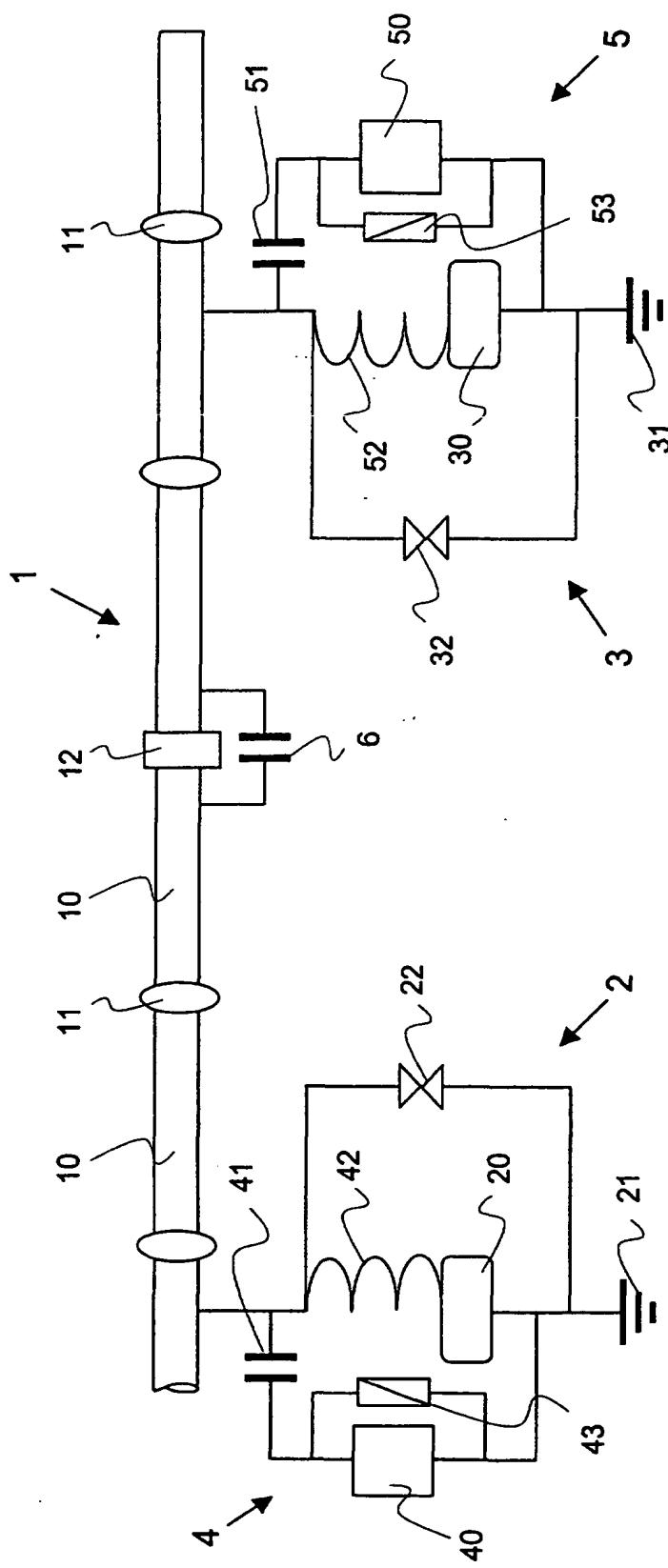


Fig. 1

Fig. 2

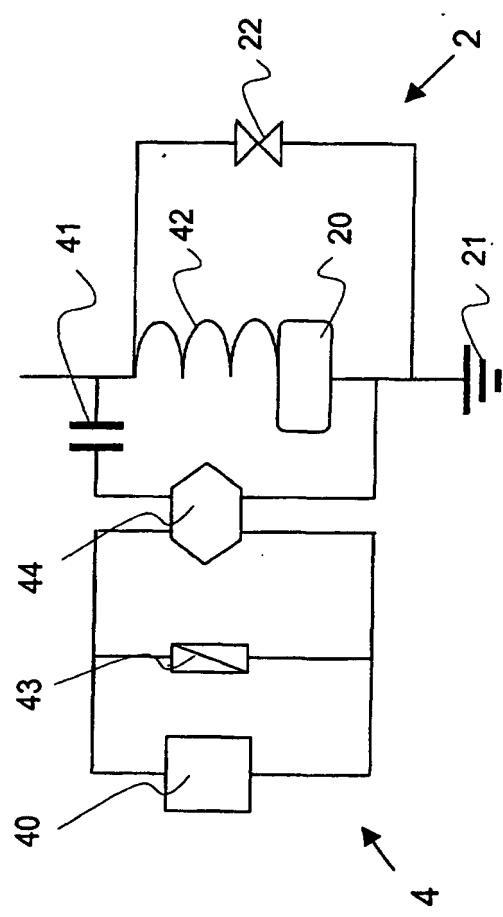
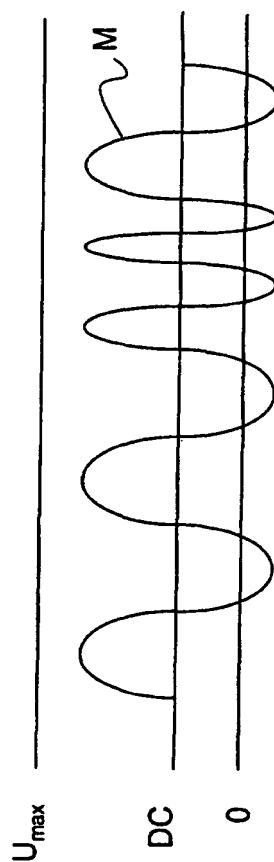


Fig. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DOCKET NO.: 54-02 P 16362  
APPLC. NO.: PCT/DE2003/003144  
APPLICANT: Hably et al.  
Lerner and Greenberg, P.A.  
P.O. Box 2480  
Hollywood, FL 33022  
Tel.: (954) 925-1100

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2. *Do not staple or fold*  
**CUT HERE**